

Particulate trap for diesel engine

Patent Number: ☒ EP0745759, A3, B1

Publication date: 1996-12-04

Inventor(s): NAGAI YOUICHI (JP); BAN SYUNSUKE (JP); IHARA TOMOHIKO (JP); KOBASHI KIYOSHI (JP); YANAGIHARA HIROMICHI (JP)

Applicant(s): SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES (JP); TOYOTA MOTOR CO LTD (JP)

Requested Patent: ☒ JP9049420

Application Number: EP19960108020 19960520

Priority Number (s): JP19950131810 19950530; JP19960098118 19960419

IPC Classification: F01N3/02; F01N3/28

EC Classification: B01D46/24F, F01N3/022B, F01N3/022E, F01N3/28B8

Equivalents: DE69610019D, DE69610019T, JP3378432B2, ☒ US5863311

Cited Documents: EP0640382; EP0606071; DE4012719; DE4130629; EP0469277; EP0501138; JP62149316; JP58137423; JP1304022; JP4339120; JP58045715

Abstract

A particulate trap (1) for diesel engine use which is less likely to vibrate or deform under exhaust pressures, and which achieves goods results in all of the particulate trapping properties, pressure drop, durability and regenerating properties. This trap has a filter element comprising a plurality of flat or cylindrical filters (5). Longitudinally extending exhaust incoming (3) and outgoing spaces (4) are defined alternately between the adjacent filters by alternately closing the inlet and outlet ends of the spaces between the adjacent filters. Gas permeable reinforcing members (2-1) are inserted in the exhaust outgoing spaces (4) to prevent the filter from being deformed due to the difference between the pressure upstream and downstream of each filter produced when exhausts pass through the filters. Similar gas permeable reinforcing members (2-2) may also be inserted in the exhaust incoming spaces or at both ends of the filter element to more positively prevent vibration of the filters.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-49420

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

| (51) Int.Cl. ^a | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| F 0 1 N 3/02 | 3 0 1 | | F 0 1 N 3/02 | 3 0 1 A |
| | Z A B | | | Z A B |
| B 0 1 D 39/20 | Z A B | | B 0 1 D 39/20 | Z A B A |
| 46/00 | 3 0 2 | | 46/00 | 3 0 2 |
| 46/02 | Z A B | 9441-4D | 46/02 | Z A B Z |
| 審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 21 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平8-98118

(22) 出願日 平成8年(1996)4月19日

(31) 優先権主張番号 特願平7-131810

(32) 優先日 平7(1995)5月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 永井 陽一

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 坂 俊祐

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二 (外2名)

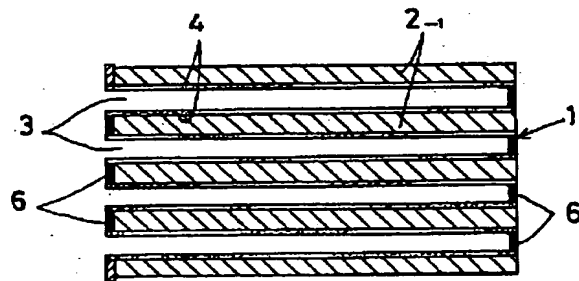
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ

(57) 【要約】

【課題】 排気ガスの圧力によるフィルタ変形とフィルタ振動を抑制して、捕集性能、圧損、耐久性、再生性能の総てを満足させたディーゼルエンジン用パティキュレートトラップを提供することである。

【解決手段】 耐熱製金属繊維の不織布で作られる平板或いは筒状フィルタを用い、各フィルタ間の空間の入口側と出口側を交互に行き止まりにして長手方向に入り込む排気ガスの導入空間3を導出空間4を交互に生じさせた構造のフィルタエレメント1を作る。そして、このフィルタエレメントの排気ガス導出空間4内に通気性のある補強材2₁を設けて空間3、4間のフィルタが排気ガス通過時に生じる前後の差圧で変形しないようにする。また、必要に応じ、排気ガスの導入空間3にも通気性のある補強材を入れ、場合によってはフィルタエレメント1の両端部も補強材で受けてフィルタ振動を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 長手方向に入り込んだ、出口側が行き止まりの排気ガス導入空間と入口側が行き止まりの排気ガス導出空間を、金属繊維の不織布から成るフィルタで両空間の間を仕切って交互に形成してあるフィルタエレメントを有し、そのフィルタエレメントを排気系の途中に設置される容器内に装着して構成されるバティキュレートトラップにおいて、

前記排気ガス導出空間、フィルタ端部もしくは排気ガス導出空間とフィルタ端部の双方に排気ガスの透過が可能なフィルタ補強材を設けたことを特徴とするディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項2】 前記排気ガス導入空間に排気ガスの透過が可能なフィルタ補強材を設けたことを特徴とする請求項1記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項3】 前記補強材を、前記排出ガス導出空間の全域に挿入してある請求項1記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項4】 前記補強材を、前記排気ガス導入空間の全域に挿入してある請求項2記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項5】 前記補強材を、フィルタエレメントの両端部に凹凸嵌合させて設けてある請求項1記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項6】 前記補強材を、材料充填率が30%以下の耐熱金属から成る3次元網状構造多孔体、金網、金属繊維不織布、波板、パンチングメタルのいずれかで形成してある請求項1乃至5のいずれかに記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項7】 金属繊維の不織布で複数個の異径円筒状もしくは異径テーパ円筒状のフィルタを構成し、その複数個の異径円筒状フィルタを同心的に組み合わせ、各円筒状フィルタ間の隙間と最小径円筒状フィルタの一端を交互に閉じて長手方向に入り込んだ出口側が行き止まりの排気ガス導入空間と入口側が行き止まりの排気ガス導出空間を同心上に交互に生じさせた多重円筒状フィルタエレメントを有し、そのフィルタエレメントを排気系の途中に設置される容器内に装着して構成されるバティキュレートトラップにおいて、前記フィルタエレメントを構成する円筒状フィルタを円筒半径の大きい外側のフィルタほど肉厚にしたことを特徴とするディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項8】 厚みの厚い外側の円筒状フィルタほど目孔を粗くした請求項7記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項9】 孔径に差のある少なくとも2種類のフィルタ材を孔径の大きいものほど排気ガス流入側にあるように組み合わせた材料で前記フィルタエレメントを構成した請求項1～8のいずれかに記載のディーゼルエンジン

用バティキュレートトラップ。

【請求項10】 各筒状フィルタ間の排気ガス出入口部の隙間寸法を10mm以下にした請求項1～9のいずれかに記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項11】 フィルタエレメントを構成するフィルタ材の片面もしくは両面に触媒を担持させた請求項1～11のいずれかに記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項12】 フィルタエレメントを構成するフィルタ材の片面もしくは両面に、連続孔を有する耐熱性金属骨格から成る3次元網状構造多孔体を設置し、この3次元網状構造多孔体に触媒を担持させた請求項1～11のいずれかに記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【請求項13】 フィルタエレメントを構成するフィルタ材の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させた請求項1～12のいずれかに記載のディーゼルエンジン用バティキュレートトラップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はディーゼルエンジンの排気ガス中のカーボン等の微粒子（バティキュレート）を捕集・除去するためのバティキュレートトラップに関する。

【0002】

【従来の技術】自動車の排気ガスは、大気汚染の大きな原因の一つで、排気ガスに含まれる有害成分を除去する技術は極めて重要である。特にディーゼルエンジン車においては、主にNO_xとカーボンを主体とするバティキュレートの除去が重要な課題である。

【0003】これらの有害成分を除去するために、排気通路に排気トラップを設置し、バティキュレートをトラップによって捕集し、後処理により除去することが提案されている（特開昭58-51235号公報等）。ほかにも、排気再循環（EGR）をかけたり、燃料噴射系の改善を行ったり、エンジン側での努力も行われているが、抜本的な決め手がなく、現在まで、前述のトラップによる後処理法が最も実用的であると考えられ、検討が続けられている。

【0004】ところで、ディーゼルエンジン排気に含まれるバティキュレートを捕集するためのバティキュレートトラップとしては、使用される条件から、次のような性能を満足する必要がある。

【0005】① 捕集性能

先ず第1に排気ガスの清浄度を満足させるだけの、バティキュレートの捕集効率をもっていることが必要である。バティキュレート排出量は、ディーゼルエンジンの排気量や負荷等により変化するが、ディーゼルエンジンからの排出量の平均60%以上を捕集できることが必要

であると言われている。また、バティキュレートの中でも粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の浮遊性微粒子が人体肺胞に入り易く肺ガンの原因になるとの報告もあり、この浮遊性微粒子を十分に捕集できることも必要となっている。

【0006】② 圧損

第2には、排気ガスに対する圧力損失が小さいことである。圧力損失が大きいとエンジンに背圧がかかり燃費の悪化をもたらす。従って、バティキュレートトラップは初期圧力損失（バティキュレートを捕集していない状態での圧力損失）が小さくなければならない。また、バティキュレートが捕集されるに従ってトラップは目詰まりを起こしていくので圧力損失は大きくなっていく。そのため、排気ガスを通過させバティキュレートが捕集されても圧力損失が上がりにくいことも必要である。

【0007】③ 再生

第3には、低エネルギーでの再生が可能なことである。バティキュレートトラップはバティキュレート捕集後、それを燃焼し再生することによって繰り返し使用するため必要がある。再生方法としては電気ヒータや軽油バーナを利用した再生方法が検討されている。

【0008】④ 耐久性

第4には、優れた耐久性を持つことである。高温の排気ガスに対する高い耐食性と、バティキュレート燃焼再生時に発生するヒートショックに対する耐久性が要求される。

【0009】⑤ 触媒コンバータとの一体化

第5には、触媒コンバータとの一体化が必要である。現在排気ガス中の有毒ガス成分を除去するために、有毒ガス除去触媒を担持した触媒コンバータをエンジン排気系に設置することがある。併せてバティキュレートトラップを設置しようとする場合、エンジン排気系に設置スペースがなかったり、また後処理装置を2種類設置するためのコスト増が問題となっている。

【0010】従来、上記の要件を満足するフィルタエレメント材料として、コーディエライトセラミックスのウォールフロー式のハニカム状多孔体が最も実用に近いと考えられてきた。

【0011】しかしながら、これは、バティキュレートが局所にたまりやすく、また、コーディエライトセラミックは熱伝導率が小さいため、再生時にヒートスポットができやすく、フィルタが溶損したり、熱応力によってクラックを生じたりすることがあり、耐久性が確保できなかった。また、特開平4-265411号公報のように再生ヒータ配置方法の適正化によりセラミックフォームフィルタの均一加熱を図る構造でも、フィルタエレメントの保持部分が比較的小さいため、振動や排ガスの圧力に対しハニカム状多孔体程の耐久性が得られないと考えられる。さらに、最近注目されているセラミックファイバをキャンドル状に形成したセラミックファイバトラップも、高温の排気ガス中で強度劣化を起こし、ファイ

バの破壊が発生するため、耐久性の確保が難しいと言われている。

【0012】そこで、熱伝導率が高く再生時にヒートスポット、クラックを生じ難く、また高温排気ガス中でも優れた耐食性を示す金属製トラップ（特開平6-257422、特開平6-294313、特開平7-731、特開平7-51522）が現在注目されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来の金属製トラップの課題を、上記要件①～⑤に関連させて以下に述べる。従来の金属製トラップは上記要件①、③を基本的に満足する。しかし、上記要件①の粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の浮遊性微粒子の捕集に関しては、より一層の性能向上を図る必要がある。

【0014】上記要件②に関しては、バティキュレート捕集時の圧力損失が比較的高いという問題があり、エンジン背圧を特に低くしたいという場合、その要求性能を満足できない場合があった。バティキュレート捕集時の圧力損失を小さくするためには、排気ガスが流入できるフィルタエレメントの表面積を大きくすることが必要であるが、従来の金属製トラップでフィルタエレメントの表面積（濾過面積）を大きくしようとするとバティキュレートトラップは非常に大型なものになってしまう。

【0015】また、従来の金属製トラップでは上記要件④に関し、

・排気ガス導入時に発生する圧力でフィルタエレメントが微小変形し、その変形に伴う応力によって破壊が起こる。

・トラップは排気系に装着されるので振動にさらされる。そのため、フィルタエレメントも振動し破壊が起こる。

【0016】という問題が特に過酷な耐久性試験においては発生するという問題がある。

【0017】また、従来の金属製トラップは上記要件⑤に関し、触媒コンバータとの一体化が必要な場合がある。従来DPFとして開発されてきたコーディエライトセラミックのウォールフロー式のハニカム状多孔体は触媒との一体化が検討されているが、熱容量が大きいため昇温スピードが遅く、触媒が作用するのに十分な温度上昇が得られないことがある。

【0018】本発明は以上述べた問題点の全てを解決し、従来の技術の欄に挙げた要件①～⑤を全て満足するディーゼルバティキュレートトラップを得ることを課題としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明においては、長手方向に入り込んだ、出口側が行き止まりの排気ガス導入空間と入口側が行き止まりの排気ガス導出空間を、金属繊維の不織布から成るフィルタで両空間の間を仕切って交互に形成してあるフィル

10

20

30

40

50

タエレメントを有し、そのフィルタエレメントを排気系の途中に設置される容器内に装着して構成されるパティキュレートトラップにおいて、前記排気ガス導出空間又はフィルタ端部に排気ガスの透過が可能なフィルタ補強材を設けたのである。

【0020】或は、前記排気ガス導入空間にも補強材を設けたのである。

【0021】補強材は、排気ガス導出空間の全域、或いは排気ガス導入空間の全域に挿入してもよいし、フィルタエレメントの両端部に凹凸嵌合させて設けてもよい。

【0022】排気ガス導出空間、導入空間の少なくともどちらか一方の補強材とフィルタエレメント両端部の補強材を組合わせた形にして設けることも勿論可能である。

【0023】この補強材は、フィルタよりも目の粗いものを用いる。また、できるだけ軽量で熱容量も小さなものが望ましく、体積に占める材料充填率が30%以下の耐熱金属から成る3次元網状構造多孔体、金網、金属繊維不織布、波板、パンチングメタル等が適している。

【0024】なお、耐熱性金属は、700℃の排気ガス中に100時間放置しても劣化のないもので、例えば、Fe、Ni或いはCoに、CrやAlもしくはその両方を添加したものが適している。また、ディーゼルエンジンの種類や使用条件によっては、さらに過酷な耐熱性が要求されることも考えられるため、好ましくは800℃の排気ガス中放置でも劣化の生じないFe-Cr-Al、Ni-Cr-Alを使用するのがよい。

【0025】フィルタを構成する金属としては、例えば、Fe-Cr-Al、Ni-Cr-Alなど、耐熱性に優れたものが用いられる。パティキュレート燃焼再生時に熱膨張差による応力がフィルタエレメントに働かないようにするためには、補強材をフィルタと同種の金属又はそれと熱膨張係数にあまり差のない金属で形成するのがよく、この点でも、Fe-Cr-AlやNi-Cr-Alが特に適している。

【0026】また、もうひとつの課題解決策として、金属繊維の不織布で複数個の異径直円筒状もしくは異径テーパ円筒状のフィルタを構成し、その複数個の異径円筒状フィルタを同心的に組み合わせ、各円筒状フィルタ間の隙間と最小径円筒状フィルタの一端を交互に閉じて長手方向に入り込んだ出口側が行き止まりの排気ガス導入空間と入口側が行き止まりの排気ガス導出空間を同心上に交互に生じさせた図2、図3の如きフィルタエレメントを用いるパティキュレートトラップにおいて、前記フィルタエレメントを構成する円筒状フィルタを円筒半径の大きい外側のフィルタほど肉厚にしたのである。

【0027】なお、このフィルタエレメントを構成する円筒状フィルタは、厚みの厚い外側のフィルタほど目孔を粗くするのが望ましい。

【0028】また、好ましくは、

(1) 円筒半径が35mm未満のフィルタには、排気ガス入口側の繊維直径が40μm出口側の繊維直径が30μmであり、厚さが0.5mmの金属繊維の不織布

(2) 円筒半径が35mm以上、70mm未満のフィルタには、排気ガス入口側の繊維直径が30μm出口側の繊維直径が20μmであり、厚さが1.0mmの金属繊維の不織布

(3) 円筒半径が70mm以上、105mm未満のフィルタには、排気ガス入口側の繊維直径が20μm出口側の繊維直径が15μmであり、厚さが1.5mmの金属繊維の不織布

を使用するのがよい。

【0029】また、上記いずれのフィルタエレメントも、フィルタを構成する耐熱性金属繊維の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させてよく、これは、浮遊性微粒子を捕集するのに有効なことである。

【0030】さらに、上記いずれのフィルタエレメントもフィルタ材に触媒を担持することによってパティキュレートトラップと触媒コンバータを一体化させることができる。触媒は、フィルタ材である耐熱性金属繊維の不織布の片面又は両面に担持させる方法、或は前記不織布の片面又は両面に連続孔を有する耐熱金属骨格からなる3次元網状構造多孔体を設置してこの多孔体に担持させる方法がある。

【0031】

【作用】

・請求項1

本発明のパティキュレートトラップは、長手方向に入り込んだ、出口側が行き止まりの排気ガス導入空間と入口側が行き止まりの排気ガス導出空間を、金属繊維の不織布から成るフィルタで両空間の間を仕切って交互に形成している。そのため、平板フィルタ間の隙間を小さくすれば非常に少ない設置スペースで平板フィルタ面積を増加させることができ、非常に小型でありながらフィルタエレメントの表面積を大きく確保し得る。また、排気ガス導出空間又はフィルタ端部に設置するフィルタ補強材は排気ガスの透過が可能で、その金属充填率がフィルタエレメントに対して十分小さい為、排気の通過時に新たに発生する圧力損失は十分小さい。従って、高い捕集効率を得るように孔径を小さくしても、表面積の増加による単位面積当たりの捕集量の減少により目詰まりを少なくして圧力損失を小さくすることができる。

【0032】また、排気ガス通過時の圧力によるフィルタの微細変形が補強材による補強によって防止される。そのためフィルタに変形による応力が発生せず、フィルタエレメントの応力による破壊が減って耐久性が向上する。排気ガス通過時のフィルタ前後での圧力差によるフィルタ変形は、排気ガス導入空間が緩やかな曲線を書いて膨らみ、導出空間が膨らみに対応して凹むように起こるので、排気ガス導出空間の全域に補強材を挿入したも

の(請求項3)はフィルタ変形の抑止効果が高い。

【0033】・請求項2

また、排気ガス導入空間及び導出空間の両方に補強材を設けたものは、フィルタが補強材によりフィルタ面の垂直方向に拘束されているため、振動によるフィルタのフィルタ面垂直方向の変形が防止される。そのためフィルタに変形による応力が発生せず、フィルタエレメントの応力による破壊が減って耐久性が向上する。また、振動によるフィルタのフィルタ面垂直方向の変形は、排ガス導入空間の膨らみと凹みが交互に繰返し起こり、導出空間がそれに対応して凹みと膨らみが交互に繰返し起こるので、排気ガス導入空間及び導出空間の全域の補強材を挿入したもの(請求項4)はフィルタ変形の抑止効果が高い。

【0034】また、フィルタ端部を補強材で支持したものの(請求項5)は、非支持の自由端がなくなってフィルタ振動が効果的に防止され、振動による疲労破壊が減少する。従って、これ等を組合わせ、変形、振動の双方に対応する構成にしたものは、耐久性向上に関して特に大きな効果を期待できる。

【0035】なお、補強材は材料充填率の低い目の粗いものを用いれば(請求項6)、補強材の目詰まりによる圧力損失の大きな上昇は起こらず、捕集性能に与える悪影響は少ない。また、この補強材の金属充填率が低ければ、パティキュレート重量増、熱容量増が抑えられるので、補強材追設による再生エネルギーの増加等も少ない。

【0036】・請求項7

通常、薄い円筒殻構造の外圧による発生応力はその円筒殻の半径に比例して大きく、座屈変形も円筒殻半径の増大に伴って発生し易くなる(座屈発生圧力は径の1~3乗に比例する)。請求項7のパティキュレートトラップに用いるフィルタエレメントは、より大きな応力が生じ、しかもより低い圧力で座屈を生じる外側の円筒状フィルタほど厚みの大きいフィルタ材で形成しているので、円筒半径の大きいフィルタに発生する応力を円筒半径のより小さいフィルタ並みに小さくすることができ、座屈も抑制できる。発生応力はフィルタの厚みに反比例し、また、座屈発生圧力はフィルタ厚みの1~3乗に反比例するので、フィルタ厚みに差をつければ円筒半径の違いによる発生応力の差、耐座屈性の差が吸収されて小さくなり、変形、座屈の生じ易い部分がなくなる。

【0037】なお、厚みの厚い外径のフィルタほど目孔を粗くすれば(請求項8)、フィルタ厚みの増加による圧力損失の増加を抑制できる。また、フィルタ厚みを円筒半径に応じたものにすれば、過剰厚みのフィルタがなくなってトラップ全体の重量増、熱容量増が小さく抑えられ、均一厚みのフィルタを用いる場合と同程度の再生エネルギーで、パティキュレートを燃焼させてフィルタを再生すると言ったことも可能になる。

【0038】・請求項9

また、フィルタエレメントの孔径を排気ガスの流入側から流出側に向けて徐々に小さくしたものは、フィルタの厚み方向の全域でパティキュレートが平均的に捕集されるため、圧力損失の上昇度合いが小さく、差圧寿命がより一層延長される。

【0039】・請求項10

各フィルタ間の隙間寸法について10mm以下が好ましいとしたのは、限られたスペース内でフィルタ表面積を大きく確保するためには隙間寸法は小さいほどよく、トラップの小型化の効率が高まるからである。

【0040】また、フィルタ材である耐熱性金属繊維の不織布の片面あるいは両面に、或いは耐熱性金属繊維の不織布の片面あるいは両面に連続孔を有する耐熱金属骨格からなる3次元網状構造多孔体を設置してこの3次元網状構造多孔体に触媒を担持する(請求項11及び12)ことにより、パティキュレートトラップと触媒コンバータの一体化が実現できる。そして触媒担体が充填率の低い金属であるため熱容量が小さく、その結果、排気ガスによる触媒の昇温スピードが速くなり、触媒が作用するのに十分な温度を得ることが容易となる。

【0041】・請求項13

フィルタ材である耐熱性金属繊維の表面にアルミナウィスカーを生成させることにより、金属繊維間のフィルタ孔をより小さくすることができる。その結果パティキュレートの中でも粒径2μm以下の浮遊性微粒子を捕集することが可能になる。

【0042】なお、前述のアルミナウィスカーは、それを生成させた後触媒を担持させると触媒の担持面積を増大させるのにも役立つ。

【0043】

【発明の実施の形態】図4乃至図7に、本発明の請求項1のパティキュレートトラップに用いるフィルタエレメントの実施例を示す。これ等は、図1乃至図3のフィルタエレメント1、11、21に補強材を加えたものである。

【0044】図1のフィルタエレメント1は、平板フィルタ5を複数枚平行に並べて各平板フィルタ間の空間の排気ガス入口側と出口側を端板6で交互に行き止まりにし、さらに、ライナ7(これは6と一体のものでよい)で空間の両側部を閉じて長手方向に入り込む排気ガスの導入空間3と導出空間4を交互に生じさせている。

【0045】また、図2のフィルタエレメント11は、断面相似形の異径直筒状(図は円筒状)のフィルタ8を複数個同心的に配置し、最小径のフィルタの一端と各筒状フィルタの間の空間を端板6で交互に行き止まりにして前述の導入空間3と導出空間4を交互に生じさせている。

【0046】さらに、図3のフィルタエレメント21は、複数の断面相似形の異径テーバ筒状(図は円錐

筒) フィルタ9をテーバの向きを交互に逆にして同心的に配置し、断面がジグザグになるように各フィルタ9の一端と他端をつないで導入空間3と導出空間4を交互に生じさせている。

【0047】各フィルタエレメント1、11、21のフィルタは、勿論、金属繊維の不織布で作られている。各フィルタの間の隙間寸法(空間3、4の厚さ)は、小型化、ヒータによる再生効率の観点から10mm以下が好ましい。

【0048】図4のフィルタエレメントは、上述したフィルタエレメント1、11又は21(図には代表して符号1のみを示す)の排気ガス導出空間4内に通気性のある補強材2₁を挿入し、この補強材2₁で空間4を間にして対向したフィルタを支えている。また、図5のフィルタエレメントは、両端に補強材2₁を凹凸嵌合させて取付けている。さらに、図6のフィルタエレメントは、図4、図5の補強材2₁、2₂を組合わせて設けている。

【0049】また、図7のフィルタエレメントは、図3のフィルタエレメント又は平板フィルタをジグザグに曲げて断面が図3(b)と同じようになるようにし、空間の両側部をライナで塞いだエレメントの両側に補強材2₁を設けている。

【0050】なお、図5、図6、図7のフィルタエレメントは、空間3、4の行き止まり点の位置を部分的に変えて両端に補強材2₁を凹凸嵌合させているが、補強材2₁の形状を変えれば、このようなことをしなくてもフィルタエレメントの両端に補強材を凹凸嵌合させて各フィルタを安定して支持することができる。

【0051】図8のフィルタエレメントは、上述したフィルタエレメント1、11又は21(図には代表して符号1のみを示す)の排気ガス導入空間3内及び導出空間4内にそれぞれ通気性のある補強材2₁及び2₂を挿入して、この補強材2₁及び2₂でフィルタエレメントを支えている。また、図9のフィルタエレメントは、図8のフィルタエレメントに補強材2₁、2₂及び2₃を組合わせて設けている。

【0052】補強材2₁、2₂の構成金属は、700°Cの排気ガスに100時間曝しても劣化が生じないものがよく、フィルタ材料として用いるFe-Cr-Al合金、Ni-Cr-Al合金等が適している。また、フィルタ前後の圧力差を考えると、700°Cの温度下で0.3kg/cm²の圧力に耐える強度をもたせるのがよい。そのためには、金属の種類にもよるが金属充填率を極端に下げないようにする。この補強材としては、充填率が30%以下の3次元網状構造多孔体、金網、金属

不織布、パンチングメタル、波板などを用いる。波板については、それがきっちりと納まる方形空間をその体積と考える。

【0053】また、補強材2₁についても、上述の理由から、材料充填率が30%以下の3次元網状構造多孔体、金網、金属繊維の不織布、パンチングメタル、波板などを用い、波板については、それがきっちりと納まる方形空間をその体積と考える。

【0054】また、フィルタ材料には、図10に示すように、その繊維の骨格FBに、骨格よりも微細なアルミナウィスカー401を多数付加することにより、小さな孔を多数設けることも考えられる。

【0055】図11は、フィルタ1、11及び21の拡大図である。フィルタ1、11及び21には、上記のフィルタ材料で作られたバディキュレート捕集層301に加えて、触媒を担持する層(図では一例として、302や303で示す。)を複数層設けた材料を使用することも考えられる。

【0056】以下に、より詳細な実施例について述べる。

【0057】図12に捕集効率、バディキュレート捕集時の圧力損失及び耐久性の評価を行う実験装置を示す。この装置は、3400cc、4気筒の直噴射式のディーゼルエンジン車、シャシダイナモメータ及びダイリューショントンネルからなる。

【0058】後述するNOの浄化率及びSOFの浄化率の評価もこの図12の装置を用いて行った。

【0059】-実施例1-

下記3種の試料を準備した。

A: 図1のフィルタエレメントの排気ガス導入空間4に補強材2₁を入れた図4の構造のフィルタエレメント(発明品)。

B: 図1の補強材無しのフィルタエレメント(比較品)。

I: 捕集性能に関しては十分であると云われているハニカム構造のフィルタエレメント(材質コーディエライト、日本ガイシ製、PHC-221)(比較品)。

【0060】これ等の試料の詳細を表1に示す。なお、試料Iについては容積を2.5リットルとして試料A、Bと条件を揃えた。

【0061】試料Aに用いた補強材は、住友電気工業(株)製Ni基3次元網状構造多孔体(商品名:セルメット#1)をNi-Cr-Al化したものである。

【0062】

【表1】

11

12

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 透過面積 |
|-----------|---------------------------|--|--------|-----|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | |
| 試料A (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料B (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5 mm | 50% | 2.3m ² |

【0063】

* * 【表2】

| | 材 料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|-------------|-----------|----------|-----|---------------------------|--|
| 試料Aの 補強材 | セラミックス #1 | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700°C×100 時間で劣化無し | 700°C排気ガスによる圧力 (0.3Kg/cm ²) で破壊無し |

セラミックスの#1は品番で、単位長さ(1インチ)の横切るセル数が8~11個であることを示す。

【0064】これ等の試料を容器に納めてできるパティキュレートトラップ10を図12の装置に組込み、高温の排気ガスを長時間流したときのフィルタエレメントの破壊状況を調べた。その結果を表3に示す。

【0065】

【表3】

耐 久 試 験 結 果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度700°C) |
|-------|----------------------------|
| 試料A | 150時間後で破壊無し |
| 試料B | 120時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0066】試料AとIは破壊が生じていないが、試料Bではその破壊が起こっている。

【0067】次に、再生時の耐久性を評価した。ディーゼルエンジンより排出されるガス中のパティキュレートを15g捕集した後、エンジンをアイドリング状態にし、800°Cのガスがトラップに導入されるようにして、フィルタの捕集面の全面に対向させて設置した電気ヒータで捕集パティキュレートを燃焼させた。各試料についてこの再生を5回づつ行い、その後試料の破壊状況を調べた。結果を表4に示す。

【0068】

【表4】

再 生 試 験 結 果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料A (発明品) | 破壊無し |
| 試料B (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0069】試料A、Bは破壊しなかったが、試料Iにはクラックが生じた。このほか、捕集効率、捕集に伴う差圧(圧損)上昇等の捕集性能についても評価したが、これについては3試料とも差が認められなかった。

【0070】以上の実験結果から、本発明品Aは、比較品B、Iと異なり、捕集性能、耐久性、再生性能のいずれをも満足することが判る。

【0071】-実施例2-

下記の試料C、Dと、実施例1で用いた試料Iを準備した。

【0072】C: 図1のフィルタエレメントとはほぼ同様のエレメント(空間行き止まり点の位置を部分的に変えてある)の排気ガス導出空間4と両端に補強材2₁、2₂を設けた図6に示す断面構造のフィルタエレメント(発明品)。

D: 補強材が無く、他は試料Cと同じフィルタエレメント(比較品)。

【0073】表5に各試料の詳細を示す。また、表6に、試料Cに用いた補強材2₁、2₂の詳細を示す。

【0074】

【表5】

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|-----------|---------------------------|--|--------|-----|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | |
| 試料C (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料D (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5 mm | 50% | 2.3m ² |

【0075】

* * 【表6】

| | 材料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|------------|---------|----------|-----|--------------------------|---|
| 補強材 2-1 | 金網 | Fe-Cr-Al | 20% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化無し | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3Kg/cm ²) で破壊無し |
| 補強材 2-2 | セメント #2 | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化無し | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3Kg/cm ²) で破壊無し |

セメントの#2は品番で、単位長さ(1インチ)の横切るセル数が11~17個であることを示す。

【0076】実施例1と同様にして行った各試料の耐久試験結果を表7に示す。

【0077】

【表7】

耐 久 試 験 結 果

| | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度 800℃) |
|-----|----------------------------|
| 試料C | 120時間後で破壊無し |
| 試料D | 100時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 120時間後で破壊無し |

【0078】また、実施例1と同一条件でバティキュレート燃焼再生を行って再生時の耐久性を調べた結果を表8に示す。

【0079】

【表8】

再 生 試 験 結 果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料C (発明品) | 破壊無し |
| 試料D (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0080】この表7、8から判るように、試料Dは耐久試験結果が、また、試料Iは再生試験結果が悪いが、発明品(試料C)は耐久性、再生性能ともに優れている。なお、捕集性能は各試料とも良く、優位差は認められなかった。

【0081】-実施例3-

下記する試料E、Fと、前述の試料Iを準備した。

【0082】E：図2のように、異径円筒状フィルタを同心配置して作ったフィルタエレメントの排気ガス導出空間4と両端に、補強材2-1、2-2を設けた図6に示す断面構造のフィルタエレメント(発明品)。

F：補強材が無く、他は試料Eと同じフィルタエレメント(比較品)。

【0083】表9にこれ等の試料の詳細を、また、表10に試料Eに用いた補強材2-1、2-2の詳細を各々示す。

【0084】

【表9】

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|-----------|---------------------------|--|--------|-------|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充 填 率 | |
| 試料E (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料F (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5 mm | 50% | 2.3m ² |

【0085】

* * 【表10】

| | 材料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|------------|-----------|----------|-----|--------------------------|---|
| 補強材 2-1 | セラミックス #2 | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化無し | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²) で破壊無し |
| 補強材 2-2 | バングリット | Fe-Cr-Al | 15% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化無し | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²) で破壊無し |

【0086】各試料について、実施例1で行ったのと同様の耐久試験、再生試験を行った。その結果を表11、表12に示す。なお、捕集性能は3者とも差がなかった。

【0087】

【表11】

耐 久 試 験 結 果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度800℃) |
|-------|---------------------------|
| 試料E | 120時間後で破壊無し |
| 試料F | 100時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 120時間後で破壊無し |

【0088】

【表12】

再 生 試 験 結 果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料E (発明品) | 破壊無し |
| 試料F (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0089】結果は、実施例1、2と全く同様であり、捕集性能、耐久性、再生性能の各特性を総て満足するのは試料Eの発明品だけであった。

【0090】-実施例4-

下記の試料G、Hと前記試料Iを準備した。

【0091】G：図3のフィルタエレメントの両端に補強材2-1を設けた図7の断面構造のフィルタエレメント (発明品)。

H：図3の補強材無しのフィルタエレメント (比較品)。

【0092】これ等の試料の詳細と、試料Gに用いた補強材2-1の詳細を表13、表14に示す。

【0093】

【表13】

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|-----------|--|--|--------|-----|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | |
| 試料G (発明品) | 金属不織布 (繊維直径: 排気 ガス入口側40 μ m, 出口側20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料H (比較品) | 金属不織布 (繊維直径: 排気 ガス入口側40 μ m, 出口側20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5 mm | 50% | 2.3m ² |

【0094】

* * 【表14】

| | 材 料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|-------------|----------|----------|-----|--------------------------|---|
| 試料Gの 補強材 | メット (#1) | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化無し | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²) で破壊無し |

【0095】これ等の試料についても、実施例1と同じ耐久試験、再生試験を行った。その結果を表15、表16に示す。

【0096】

【表15】

耐 久 試 験 結 果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度700℃) |
|-------|---------------------------|
| 試料G | 150時間後で破壊無し |
| 試料H | 120時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0097】

【表16】

再 生 試 験 結 果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料G (発明品) | 破壊無し |
| 試料H (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0098】このように、耐久性、再生性能の評価結果は、実施例1、2、3と同様である。捕集性能の評価結果には差がなかった。

【0099】なお、以上の各実施例から判るように、本発明の構造は、図1、図2、図3の形態のフィルタエレメントのいずれにおいても、その有効性を発揮する。

【0100】次に、請求項7のパーティキュレートトラップに用いるフィルタエレメントの具体例を図13、図14に示す。

20 【0101】図13のフィルタエレメント31は、図2のフィルタエレメントを改善したもの、また、図14のフィルタエレメント41は、図3のフィルタエレメントを改善したものである。

【0102】これ等のフィルタエレメント31、41は、ここでは、円筒半径の大きい外側の筒状フィルタの厚みを数個ずつ段階的に厚くしている。全てのフィルタが、外側のものほど徐々に厚くなる構成がより好ましいことは言うまでもない。

【0103】以下に、図13、図14のフィルタエレメントのより詳細な実施例について述べる。

30 【0104】—実施例5—
下記3種の試料を準備した。

J: 異径直円筒状の11個のフィルタを同心的に配置して作った図13に示すような構造の、フィルタ厚みを5段階に変化させたフィルタエレメント (発明品)。

K: 同心配置した11個の異径直円筒状フィルタの厚みを全て等しくしたフィルタエレメント (比較品)。

I: 実施例1~4で用いたものと同一品 (比較品)。

【0105】これ等の試料の詳細を表17に示す。なお、試料Iについては容積を2.5リットルとして試料J、Kと条件を揃えた。

【0106】

【表17】

| No. | フィルタエレメント | | | | | フィルタ 通過面積 |
|--------------|--|--|--------|-----|--------------------------------|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | 使用したフィルタエレメント | |
| 試料J (発明品) | 金属不織布1 (繊維直径: 排気 吸入側50 μ m、出口側35 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.4 mm | 20% | 円筒半径が10及び 15mmのフィルタエレメント | 1.1m ² |
| | 金属不織布2 (繊維直径: 排気 吸入側35 μ m、出口側25 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.6 mm | 20% | 円筒半径が20及び 25mmのフィルタエレメント | |
| | 金属不織布3 (繊維直径: 排気 吸入側25 μ m、出口側20 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.8 mm | 20% | 円筒半径が30及び 35mmのフィルタエレメント | |
| | 金属不織布4 (繊維直径: 排気 吸入側20 μ m、出口側15 μ m) | Fe-Cr-Al | 1.0 mm | 20% | 円筒半径が40及び 45mmのフィルタエレメント | |
| | 金属不織布5 (繊維直径: 排気 吸入側15 μ m、出口側10 μ m) | Fe-Cr-Al | 1.2 mm | 20% | 円筒半径が50、55及 び60mmのフィルタエレメント | |
| 試料K (比較品) | 金属不織布6 (繊維直径: 排気 吸入側40 μ m、出口側30 μ m) | Fe-Cr-Al | 0.5 mm | 20% | 全てのフィルタエレメント | 1.1m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5 mm | 50% | 全てのフィルタエレメント | 2.3m ² |

【0107】上記の試料のうち、J、Kについて排気ガスの圧力によってフィルタエレメントの座屈が発生する時の圧力値を計算解析により求めた。その結果を表18に示す。また、排気ガスの初期圧力によって試料J、Kの各筒状フィルタに生じる最大応力とフィルタ径との関係を図15に示す。

【0108】

【表18】

座屈圧力計算結果

| | 座屈発生圧力 (KPa) |
|-----------|--------------|
| 試料J (発明品) | 200 |
| 試料K (比較品) | 40 |

【0109】試料Kは、フィルタの径が大きくなるにつれて発生応力が比例して大きくなっているが試料Jは、フィルタ厚みを大きくした外側のフィルタの最大発生応力が小さく抑えられ、座屈に対する耐性も非常に大きくなっている。

【0110】次に、試料J、K、Iを容器に納めて出来るバティキュレートトラップ10を図12の装置の排気系に組み込み、高温の排気ガスを長時間流したときのフィルタエレメントの破壊状況を調べた。その結果を表19に示す。

【0111】

【表19】

耐久試験結果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度800℃) |
|-------|---------------------------|
| 試料J | 150時間後で破壊無し |
| 試料K | 100時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0112】試料JとIは破壊が生じていないが、試料Kではその破壊が起こっている。

30 【0113】次に、再生時の耐久性を評価した。ディーゼルエンジンより排出されるガス中のバティキュレートを15g捕集した後、エンジンをアイドリング状態にし、600℃のガスがトラップに導入されるようにして、フィルタの捕集面の全面に対向させて設置した電気ヒータで捕集バティキュレートを燃焼させた。各試料についてこの再生を5回ずつ行い、その後試料の破壊状況を調べた。結果を表20に示す。

【0114】

【表20】

再生試験結果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料J (発明品) | 破壊無し |
| 試料K (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0115】試料J、Kは破壊しなかったが、試料Iにはクラックが生じた。このほか、捕集効率、捕集に伴う差圧(圧損)上昇等の捕集性能についても評価したが、これについては3試料とも差が認められなかった。

50 【0116】-実施例6-

下記の試料L、Mと、実施例5で用いた試料Iを準備した。

【0117】L：異径テーパ円筒状のフィルタを8個テーパの向きを交互に逆にして図14のように組み合わせ、かつ、各筒状フィルタの厚みを3段階に変化させたフィルタエレメント（発明品）。

*

*M：試料Lと同様にして組み合わせた8個の異径テーパ円筒状フィルタを全て同一厚みにしたもの（比較品）。

【0118】表21に各試料の詳細を示す。

【0119】

【表21】

| No. | フィルタエレメント | | | | | フィルタ 濾過面積 |
|--------------|----------------------------------|--|-------|-----|---|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | 使用したフィルタエレメント | |
| 試料L (発明品) | 金属不織布1(繊維直径：排気ガス入口側40μm、出口側30μm) | Fe-Cr-Al | 0.5mm | 20% | 円筒の半径が、小径0大径20mm及び小径20大径30mmのフィルタエレメント | 1.2m ² |
| | 金属不織布2(繊維直径：排気ガス入口側20μm、出口側15μm) | Fe-Cr-Al | 1.0mm | 20% | 円筒の半径が、小径30大径40mm及び小径40大径50mm及び小径50大径60mmのフィルタエレメント | |
| | 金属不織布3(繊維直径：排気ガス入口側15μm、出口側10μm) | Fe-Cr-Al | 1.5mm | 20% | 円筒の半径が、小径60大径70mm及び小径70大径80mm及び小径80大径90mmのフィルタエレメント | |
| 試料M (比較品) | 金属不織布1(繊維直径：排気ガス入口側40μm、出口側20μm) | Fe-Cr-Al | 0.5mm | 20% | 全てのフィルタエレメント | 1.2m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5mm | 50% | 全てのフィルタエレメント | 2.3m ² |

【0120】試料L、Mの座屈圧力計算結果を表22に示す。また、排気ガス初期圧力による各フィルタの最大発生応力とフィルタ径の関係を図16に示す。さらに、これ等の試料L、M、Iについて実施例5と同様にして行った耐久性評価試験結果を表23に、実施例1と同一条件で行った再生時の耐久性評価試験結果を表24に各々示す。

【0121】

【表22】

座屈圧力計算結果

| | 座屈発生圧力 (KPa) |
|-----------|--------------|
| 試料L (発明品) | 140 |
| 試料M (比較品) | 15 |

40

【0122】

【表23】

耐久試験結果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度300℃) |
|-------|---------------------------|
| 試料L | 120時間後で破壊無し |
| 試料M | 100時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 120時間後で破壊無し |

【0123】

【表24】

再生試験結果

| | 再生試験結果 |
|-----------|--------|
| 試料L (発明品) | 破壊無し |
| 試料M (比較品) | 破壊無し |
| 試料I (比較品) | クラック発生 |

【0124】この実験でも、実施例5と同様の結果が得られている。捕集性能は各試料とも良く、優位差がなかった。

【0125】－実施例7－

下記4種の試料を準備した。

【0126】N、O：図1のフィルタエレメントの排気ガス導入空間4に補強材2₁を入れた図4の構造のフィ

50

ルタエレメント（発明品）。

P：図1の補強材無しのフィルタエレメント（比較品）。

I：捕集性能に関しては充分であると云われているハニカム構造のフィルタエレメント（材質コーディエライト、日本ガイシ製、PHC-221）（比較品）。

〔0127〕これ等の試料の詳細を表25に示す。なお、試料Iについては容積を2.5リットルとして試料N、O、Pと条件を描えた。

〔0128〕試料N、Oに用いた補強材は、住友電気工業（株）製Ni基3次元網状構造多孔体（商品名：セルメット#1）をNi-Cr-Al化したものである。

〔0129〕試料Nのフィルタエレメント1は、NO_x触媒を担持している層（図11の302）、パティキュ

* レートを捕集する層（図11の301）及びNO_x触媒を担持している層（図11の303）の3層で構成されている。NO_x触媒層は、Fe-Cr-Alの金属不織布の骨格に触媒担持用のγ-Al₂O₃を金属不織布1リットル当たり100gコートし、その後触媒としてCuを金属不織布1リットル当たり1.0gの量で均一に担持させて作製した。

〔0130〕また、試料Oについては補強材（図4の2）の骨格にNO_x触媒担持用のγ-Al₂O₃をセルメット1リットル当たり100gコートし、その後触媒としてCuを金属不織布1リットル当たり1.0gの量で均一に担持させて作製した。

〔0131〕

〔表25〕

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|--------------|--|---|--------|--------------------------|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚 さ | パーティキュ レート 捕集部の充填率 | |
| 試料N (発明品) | (1)金属不織布（繊維直径 100 μm）+γ-Al ₂ O ₃ +Cu (2)金属不織布（繊維直径 20 μm） (3)金属不織布（繊維直径 100 μm）+γ-Al ₂ O ₃ +Cu の3層 | (1)Fe-Cr-Al+γ-Al ₂ O ₃ +Cu (2)Fe-Cr-Al (3)Fe-Cr-Al+γ-Al ₂ O ₃ +Cu | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料O (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20 μm) | Fe-Cr-Al | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料P (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20 μm) | Fe-Cr-Al | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 1.0 mm | 50% | 2.3m ² |

〔0132〕

※ ※〔表26〕

| | 材料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|-------------|-------------|--|-----|--------------------------|--|
| 試料Nの 補強材 | セルメット #1 | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |
| 試料Oの 補強材 | セルメット #1 | Ni-Cr-Al + γ-Al ₂ O ₃ +Cu | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |

セルメット#1は品番で、単位長さ（1インチ）の横切るセル数が6～11個であることを示す。

〔0133〕各試料について、実施例1で行ったのと同様の耐久試験、再生試験を行った。その結果を表27、表28に示す。なお、捕集性能は3者とも差がなかつ

た。

〔0134〕

〔表27〕

耐久試験結果

| 試料No. | 耐久試験結果 (トラップ入口排気ガス温度 700℃) |
|-------|----------------------------|
| 試料N | 150時間後で破壊無し |
| 試料O | 150時間後で破壊無し |
| 試料P | 120時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0135】

【表28】

再生試験結果

| 試料No. | 再生試験結果 |
|-------|--------|
| 試料N | 破壊無し |
| 試料O | 破壊無し |
| 試料P | 破壊無し |
| 試料I | クラック発生 |

【0136】捕集性能、耐久性、再生性能の各特性を総て満足するのは試料N、Oの発明品であった。

【0137】試料N、Oについては、更に、NOの浄化率の評価を行った。

【0138】還元剤としてC₂H₄を排気ガス中に導入した。排気ガス条件を表29に示す。

【0139】

【表29】

| 項 目 | 条 件 |
|---------------------------------------|---------|
| 排気ガス中NO濃度 | 1000ppm |
| 排気ガス中C ₂ H ₄ 濃度 | 250ppm |
| 排気ガス中O ₂ 濃度 | 2% |
| 排 気 ガ ス 温 度 | 250℃ |

【0140】また、排気ガス温度を250℃に維持した後、2分間のNO濃度を測定した。その平均値を表30に示す。

【0141】

【表30】

| | NO濃度 |
|-----|--------|
| 試料N | 500ppm |
| 試料O | 500ppm |

【0142】このように、試料N、Oの使用時にはNO濃度が半減している。

【0143】以上の実験結果から、本発明品N及びOは、比較品P、Iと異なり、捕集性能、耐久性能、再生性能のいずれをも満足することが判る。さらに、それに加えて、NOを低減する機能も有しているため、触媒コンバータを他に設ける必要がなく、ディーゼル排気ガス後処理装置のトータル面での省スペース化、低コスト化が実現できる。

10 -実施例8-

下記する4種の試料を準備した。

【0144】Q、R：図2のように、異径円筒状フィルタを同心配置して作ったフィルタエレメントの排気ガス導出空間4と両端に、補強材2₁、2₂を設けた図6に示す断面構造のフィルタエレメント（発明品）。

S：補強材が無く、他は試料Q、Rと同じフィルタエレメント（比較品）。

I：捕集性能に関しては充分であると云われているハニカム構造のフィルタエレメント（材質コーディエライト、日本ガイシ製、PHC-221）（比較品）。

20

【0145】これ等の試料の詳細を表31に、また、試料Q、Rに用いた補強材2₁、2₂の詳細を表32に各々示す。なお、試料Iについては容積を2.5リットルとして試料Q、R、Sと条件を描えた。

【0146】試料Qのフィルタエレメント11は、SOF触媒を担持している層（図11の302）、パティキュレート捕集する層（図11の301）及びSOF触媒を担持している層（図11の303）の3層で構成されている。SOF触媒層は、Fe-Cr-Alの金属不織布の骨格に触媒担持用のγ-アルミナを金属不織布1リットル当たり150gコートし、その後触媒としてPtを金属不織布1リットル当たり1.5gの量で均一に担持させて作製した。

30

【0147】また、試料Rについては補強材（図6の2₁）の骨格にSOF触媒担持用のγ-アルミナをセルメット1リットル当たり150gコートし、その後触媒としてPtをセルメット1リットル当たり1.5gの量で均一に担持させて作製した。

【0148】

40 【表31】

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|--------------|---|---|--------|-----------------|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | フィルタ 捕集部の充填率 | |
| 試料Q (発明品) | (1)金属不織布(繊維直径 100 μ m) (2)金属不織布(繊維直径 20 μ m) (3)金属不織布(繊維直径 100 μ m) + γ - Al_2O_3 +Pt の 3層 | (1)Fe-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Pt (2)Fe-Cr-Al (3)Fe-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Pt | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料R (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料S (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20 μ m) | Fe-Cr-Al | 1.0 mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 1.0 mm | 50% | 2.3m ² |

【0149】

* * 【表32】

| | 材料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|-----------------|------------|--|-----|--------------------------|--|
| 試料Qの 補強材 2-1 | 金網 | Fe-Cr-Al | 20% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |
| 試料Qの 補強材 2-2 | メッシュ #2 | Ni-Cr-Al | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |
| 試料Rの 補強材 2-1 | 金網 | Fe-Cr-Al | 20% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |
| 試料Rの 補強材 2-2 | メッシュ #2 | Ni-Cr-Al + γ - Al_2O_3 +Pt | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |

メッシュ#2は品番で、単位長さ(1インチ)の横切るセル数が11~17個であることを示す。

【0150】各試料について、実施例1で行ったのと同様の耐久試験、再生試験を行った。その結果を表33、表34に示す。なお、捕集性能は3者とも差がなかった。

【0151】

【表33】

耐久試験結果

| 試料No. | 耐久試験結果(トラップ入口排気ガス温度 700℃) |
|-------|---------------------------|
| 試料Q | 150時間後で破壊無し |
| 試料R | 150時間後で破壊無し |
| 試料S | 120時間後に破損が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0152】

50 【表34】

| 試料No. | 再生試験結果 |
|-------|--------|
| 試料Q | 破壊無し |
| 試料R | 破壊無し |
| 試料S | 破壊無し |
| 試料I | クラック発生 |

【0153】捕集性能、耐久性、再生性能の各特性を総て満足するのは試料Q、Rの発明品であった。

【0154】試料Q、Rについては、更に、SOFの浄化率の評価を行った。

【0155】排気ガス温度が250℃および350℃での評価結果を表35に示す。

【0156】

【表35】

| | SOF浄化率(%) | |
|-----|------------|------|
| | 排気ガス温度250℃ | 350℃ |
| 試料Q | 40 | 50 |
| 試料R | 40 | 50 |

【0157】このように、Ptを触媒として担持させた試料Q、RではSOF濃度を40%或は50%低減することができた。

【0158】以上の実験結果から、本発明品Q及びRは、比較品S、Iと異なり、捕集性能、耐久性、再生性能のいずれをも満足することが判る。さらに、それに加えて、SOFを低減する機能も有しているため、触媒*

*コンバータを他に設ける必要がなく、ディーゼル排気ガス後処理装置のトータル面での省スペース化、低コスト化が実現できる。

【0159】-実施例9-

下記する4種の試料を準備した。

【0160】T、U：図2のように、異径円筒状フィルタを同心配置して作ったフィルタエレメントの排気ガス導入空間3、導出空間4及び両端に、補強材2₁、2₂及び2₃を設けた図8に示す断面構造のフィルタエレメント（発明品）。

V：補強材が無く、他は試料T、Uと同じフィルタエレメント（比較品）。

I：捕集性能に関しては充分であると云われているハニカム構造のフィルタエレメント（材質コーディエライト、日本ガイシ製、PHC-221）（比較品）。

【0161】これ等の試料の詳細を表36に、また、試料T、Uに用いた補強材2₁、2₂及び2₃の詳細を表37に各々示す。なお、試料Iについては容積を2.5リットルとして試料T、U、Vと条件を揃えた。

20 【0162】また、試料Tの補強材（図8の2₁及び2₂）は、その骨格にNO_x触媒担持用のγ-アルミナをセルメット1リットル当り100gコートし、その後触媒としてCuをセルメット1リットル当り1.0gの量で均一に担持させて作製した。

【0163】また、試料Uの補強材（図8の2₁及び2₂）は、その骨格にSOF触媒担持用のγ-アルミナをセルメット1リットル当り150gコートし、その後触媒としてPtをセルメット1リットル当り1.5gの量で均一に担持させて作製した。

30 【0164】

【表36】

| | フィルタエレメント | | | | フィルタ 濾過面積 |
|--------------|---------------------|--|-------|-----|-------------------|
| | 材 料 | 材 質 | 厚さ | 充填率 | |
| 試料T (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20μm) | Fe-Cr-Al | 0.5mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料U (発明品) | 金属不織布 (繊維直径20μm) | Fe-Cr-Al | 0.5mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料V (比較品) | 金属不織布 (繊維直径20μm) | Fe-Cr-Al | 0.5mm | 20% | 1.3m ² |
| 試料I (比較品) | コーディエライト | MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ | 0.5mm | 50% | 2.3m ² |

【0165】

50 【表37】

| | 材料 | 材 質 | 充填率 | 耐 熱 性 | 強 度 |
|------------------------|--------------|--|-----|--------------------------|--|
| 試料Tの 補強材 2-1、2-3 | セラミックス #2 | Ni-Cr-Al + γ-Al ₂ O ₃ +Cu | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |
| 試料Uの 補強材 2-1、2-3 | セラミックス #2 | Ni-Cr-Al + γ-Al ₂ O ₃ +Pt | 5% | 排気ガス 700℃×100 時間で劣化なし | 700℃排気ガスによる圧力 (0.3kg/cm ²)で破壊なし |

セラミックス#2は品番で、単位長さ（1インチ）の横切るセル数が11～17個であることを示す。

【0166】各試料について、実施例1で行ったのと同様の耐久試験、再生試験を行った。その結果を表38、表39に示す。なお、捕集性能は3者とも差がなかった。

【0167】

【表38】

耐久試験結果

| 試料No. | 耐久試験結果（トラップ入口排気ガス温度 700℃） |
|-------|---------------------------|
| 試料T | 150時間後で破壊無し |
| 試料U | 150時間後で破壊無し |
| 試料V | 120時間後に破壊が認められた |
| 試料I | 150時間後で破壊無し |

【0168】

【表39】

再生試験結果

| 試料No. | 再生試験結果 |
|-------|--------|
| 試料T | 破壊無し |
| 試料U | 破壊無し |
| 試料V | 破壊無し |
| 試料I | クラック発生 |

【0169】捕集性能、耐久性、再生性能の各特性を総て満足するのは試料T、Uの発明品であった。

【0170】試料Tについては、更に、NOの浄化率の評価を行った。

【0171】還元剤としてC₂H₄を排気ガス中に導入した。排気ガス条件を表40に示す。

【0172】

【表40】

| 項 目 | 条 件 |
|---------------------------------------|---------|
| 排気ガス中NO濃度 | 1000ppm |
| 排気ガス中C ₂ H ₄ 濃度 | 250ppm |
| 排気ガス中O ₂ 濃度 | 2% |
| 排 気 ガ ス 温 度 | 250℃ |

20

【0173】また、排気ガス温度を250℃に維持した後、2分間のNO濃度を測定した。その平均値を表41に示す。

【0174】

【表41】

| | N O 濃 度 |
|-----|---------|
| 試料T | 500ppm |

30 【0175】このように、試料Tの使用時にはNO濃度が半減している。

【0176】試料Uについては、更に、SOFの浄化率の評価を行った。

【0177】排気ガス温度が250℃および350℃での評価結果を表42に示す。

【0178】

【表42】

| | S O F 浄 化 率 (%) | |
|-----|-------------------|------|
| | 排気ガス温度250℃ | 350℃ |
| 試料U | 40 | 50 |

【0179】このように、Ptを触媒として担持させた試料UではSOF濃度を40%或は50%低減することができた。

【0180】以上の実験結果から、本発明品T及びUは、比較品V、Iと異なり、捕集性能、耐久性能、再生性能のいずれをも満足することが判る。さらに、それに加えて、NO_xを低減する機能（発明品T）やSOFを低減する機能（発明品U）も有しているため、触媒コン

50

バータを他に設ける必要がなく、ディーゼル排気ガス後処理装置のトータル面での省スペース化、低コスト化が実現できる。

【0181】

【発明の効果】以上述べたように、本発明のバティキュレートトラップは、耐熱性に優れ、また、小型のもので捕集面積を広く確保できる反面、ガス圧や振動に弱かったフィルタエレメントに、ガス透過の可能な補強材によるフィルタ補強で耐圧性、耐久性を付与したので、また、多重円筒構造のフィルタエレメントに見られる弱点、即ち、排気ガス圧での変形、座屈が生じ易いと言う問題点を、円筒半径の大きい外側の円筒状フィルタの肉圧を増加させることによって解消したので、ディーゼルエンジン用バティキュレートトラップに対する要求特性、即ち、捕集性能、圧損、再生性能、耐久性の総てを満たすものを実現して提供できる。

【0182】また、金属繊維の不織布から成るフィルタ材の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させたものは、フィルタの目孔がより小さくなり、粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の浮遊性微粒子の捕集が可能となる。

【0183】さらに、フィルタ材に、或はそのフィルタ材の片面又は両面に金属製3次元網状構造多孔体を設けてその多孔体に触媒を担持させたものは触媒コンバータを別に設ける必要がなくなるので、排気ガス後処理装置の簡素化、低コスト化も図れる。また、フィルタ骨格部の熱容量が小さいため、触媒の働きも確実になり、環境浄化に関してより優れた効果を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)：改善対象のフィルタエレメントの一例を示す斜視図

(b)：同上の縦断面図

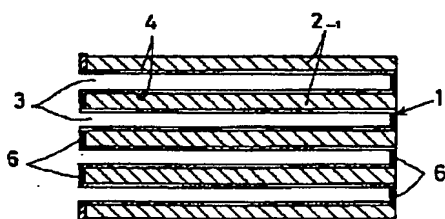
【図2】(a)：改善対象のフィルタエレメントの他の例を示す斜視図

(b)：同上の縦断面図

【図3】(a)：改善対象のフィルタエレメントの更に他の例を示す斜視図

(b)：同上の縦断面図

【図4】



*【図4】本発明のバティキュレートトラップ用フィルタエレメントの実施形態の断面図

【図5】フィルタエレメントの他の実施形態の断面図

【図6】フィルタエレメントの他の実施形態の断面図

【図7】フィルタエレメントの他の実施形態の断面図

【図8】フィルタエレメントの他の実施形態の断面図

【図9】フィルタエレメントの他の実施形態の断面図

【図10】フィルタ骨格にアルミナウィスカーを生成させた状態の模式図

10 【図11】フィルタ断面の拡大概念図

【図12】性能評価用実験装置の概略構成図

【図13】(a)：請求項7のフィルタエレメントの一例の概略構成図

(b)：請求項7のフィルタエレメントの一例の断面図

【図14】(a)：請求項7のフィルタエレメントの他の例の概略構成図

(b)：請求項7のフィルタエレメントの他の例の断面図

【図15】試料J、Kの最大発生応力とフィルタ半径の関係を示す図表

20 【図16】試料L、Mの最大発生応力とフィルタ半径の関係を示す図表

【符号の説明】

1、11、21、31、41 フィルタエレメント

2-1、2-2、2-3、補強材

3 排気ガス導入空間

4 排気ガス導出空間

5 平板フィルタ

6 端板

30 7 ライナ

8 直筒状フィルタ

9 テーパー筒状フィルタ

10 バティキュレートトラップ

301 バティキュレートフィルタ部

302、303 触媒担持部

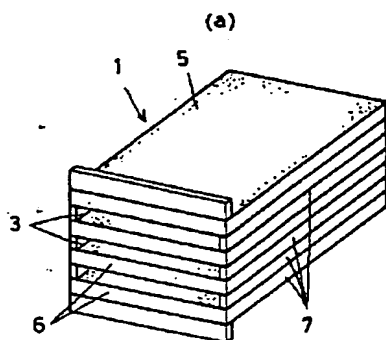
401 アルミナウィスカー

* FB フィルタ骨格

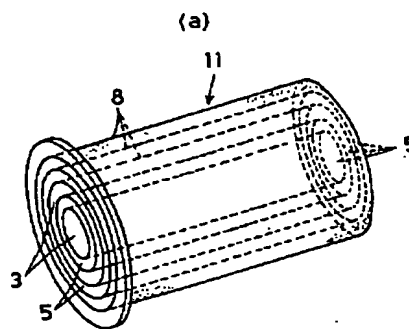
【図5】



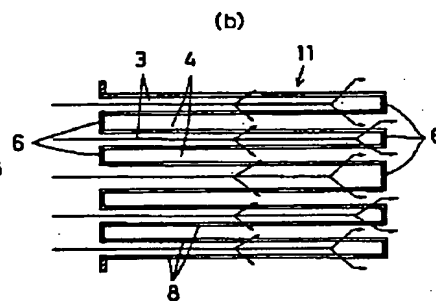
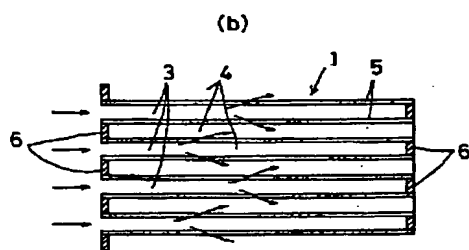
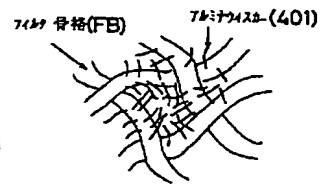
【図1】



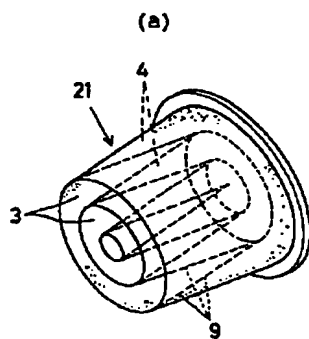
【図2】



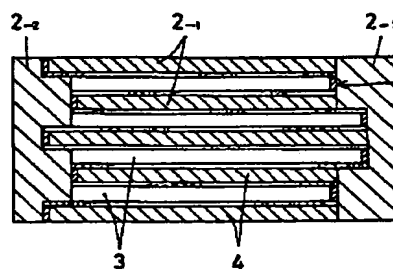
【図10】



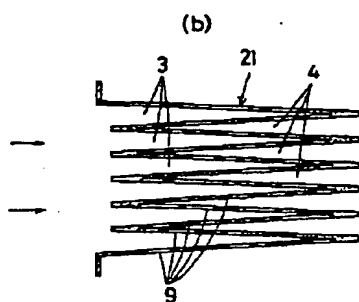
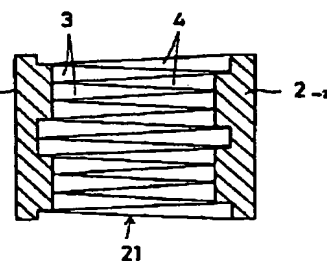
【図3】



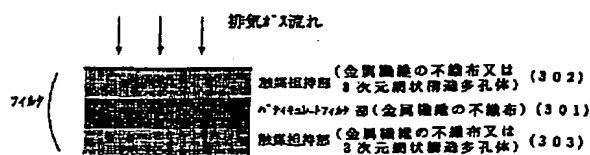
【図6】



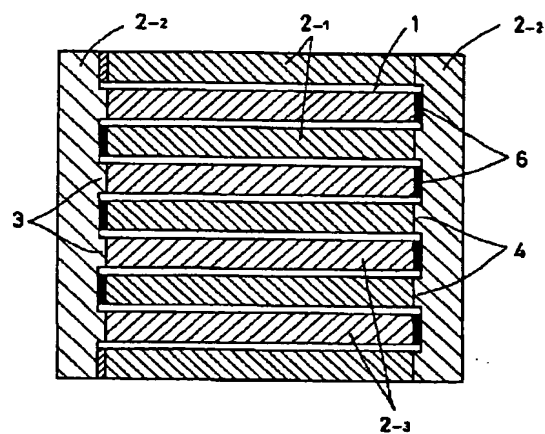
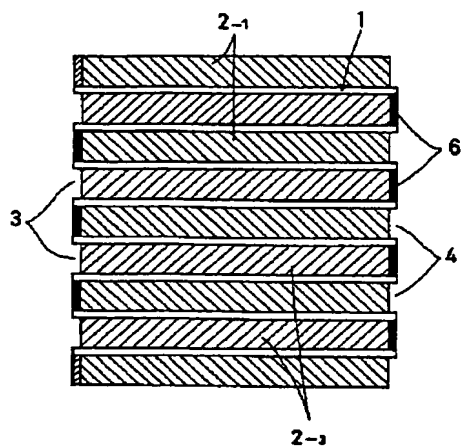
【図7】



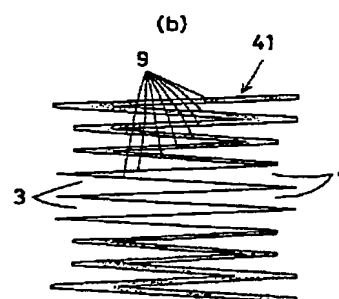
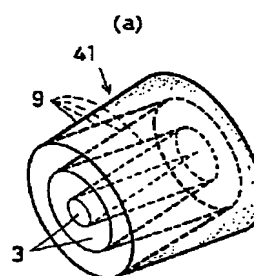
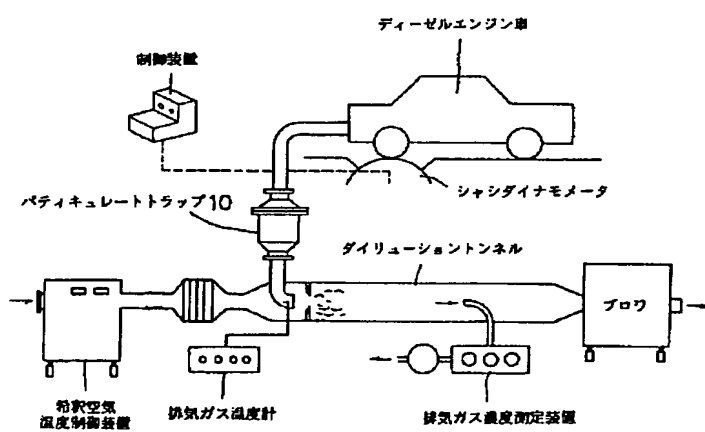
【図11】



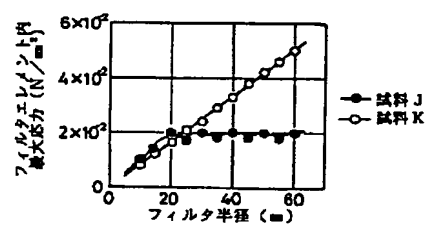
【图9】



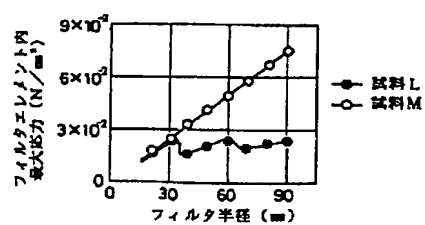
【图 14】



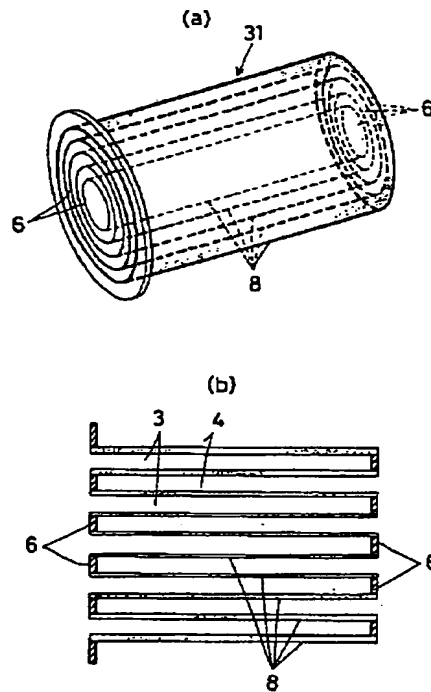
【圖 15】



【例 16】



Journal of Management Studies, 19(6), 701-718.



フロントページの続き

Z

(72)発明者 柳原 弘道
豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式
会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)